

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年1月10日 (10.01.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/03435 A1

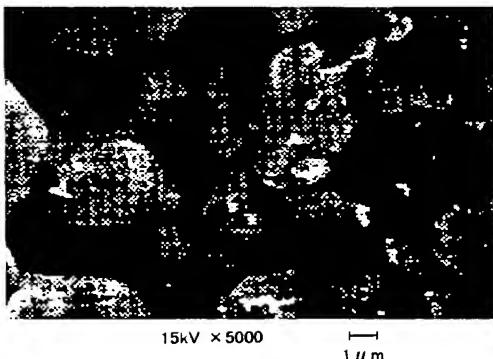
- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/02, 21/68, H05B 3/20 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]. 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/05791 (22) 国際出願日: 2001年7月4日 (04.07.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 従先権データ:
特願2000-202510 2000年7月4日 (04.07.2000) JP (74) 代理人: 安富康男, 外(YASUTOMI, Yasuo et al.); 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 中央ビル Osaka (JP).
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP). (81) 指定国(国内): JP, US.
- (84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: HOT PLATE FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURE AND TESTING

(54) 発明の名称: 半導体製造・検査装置用ホットプレート



(57) Abstract: A hot plate for semiconductor manufacture and testing is provided that prevents the stagnation of air between a silicon wafer and a heating plane separated at a predetermined distance so the wafer can be heated uniformly. The hot plate includes a resistance-heating element formed on or within the surface of a ceramic substrate, the heating plane of which has glossiness of greater than 1.5%.

(57) 要約:

本発明の目的は、シリコンウェハ等の被加熱物を加熱面から一定距離離間させた状態で加熱した場合にも、シリコンウェハと加熱面との間に空気の滞留等が発生せず、被加熱物を均一に加熱することができる半導体製造・検査装置用ホットプレートを提供することにあり、本発明は、セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体が形成されてなる半導体製造・検査装置用ホットプレートであって、上記セラミック基板の加熱面の光沢度が1.5%以上であることを特徴とする。

WO 02/03435 A1

WO 02/03435 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCT gazetteの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

半導体製造・検査装置用ホットプレート

技術分野

5 本発明は、主に半導体産業において使用される半導体製造・検査装置用ホットプレートに関する。

背景技術

エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造・検査装置等においては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータやウェハプローバ等が用いられてきた。

ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置したシリコンウェハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、嵩張ってしまうという問題があった。

また、抵抗発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、シリコンウェハ等の被加熱物を加熱する面（以下、加熱面という）の温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

そこで、特開平11-40330号公報には、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい窒化物セラミックや炭化物セラミックを使用し、これらのセラミックからなる板状体の表面に、金属粒子を焼結して形成した抵抗発熱体が設けられたセラミック基板（ホットプレート）が提案されている。

この窒化物セラミック等からなるホットプレートでは、通常、セラミック基板に貫通孔を設け、この貫通孔にリフターピン（シリコンウェハ等を支持するためのピン）を挿通した後、このリフターピンでシリコンウェハ等の被加熱物を支持し、該被加熱物を加熱する面から50～2000μm離間させた状態で加熱する。

このようにして被加熱物を加熱する際、上記ホットプレートでは、セラミックが用いられているため金属に比べると強度が高く、高温下においても、反りや歪み等が発生しにくく、印加電圧や電流量の変化に対する温度追従性も比較的良好であった。

しかしながら、このような材質のセラミック基板は、従来、焼結性が余り良好でなく、焼結密度も余り上がりらず、内部に気孔を含んでいた（特開平5-8140号公報参照）。

通常、セラミック基板の表面を平坦にするために研磨を行うが、内部に気孔を有するセラミック基板では、研磨を行っても、内部の気孔が露出するため完全な平坦面が形成されず、表面に凹凸が存在することになる。

従って、加熱面から一定の間隔を維持しながら被加熱物を加熱する場合、セラミック基板と被加熱物との間にある空気が層流となって安定した速度で流動することができず、凹部が形成された領域ごとに分割され、個々の領域で滞留が発生する場合が多い。

また、被加熱物と加熱面の距離が場所により異なることに起因して、被加熱物に到達する熱量が場所により異なり、加熱面上の温度分布が被加熱物に直接反映されず、このようなことに起因して、被加熱物の温度の均一性が充分でないという問題があった。

20 発明の要約

本発明者らは、上記課題を解決するために銳意研究した結果、セラミック基板を構成するセラミックに酸素を含有させることにより、セラミックの焼結性を向上させることができるために、ホットプレート加熱面の気孔をほぼ無くすか、あるいは気孔径を小さくすることができるを見出した。また、このように焼結性を向上させることにより、セラミック基板の構造を緻密で粒子同士の結合の強いものとすることができるため、研磨時において粒子の脱落を防止することができ、その結果、表面の光沢度を向上させることができることを知見し、本発明を完成するに至った。

すなわち本発明は、セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体が形成され

てなる半導体製造・検査装置用ホットプレートであって、

上記セラミック基板の加熱面の光沢度は、1. 5 %以上であることを特徴とする半導体製造・検査装置用ホットプレートである。

本発明において、上記セラミック基板は、酸素含有の非酸化物系セラミックからなることが望ましい。

非酸化物系セラミックに酸素を含有させることにより焼結性が向上し、研磨処理により光沢度を大きくすることができるからである。

また、上記セラミック基板は、0. 5 ~ 10重量%の酸素を含有することが望ましい。セラミック基板の焼結性が向上し、研磨処理により上記セラミック基板の光沢度を大きくすることができるからである。

また、上記セラミック基板は、アニール処理されてなることが望ましい。セラミック基板にアニール処理を行うことで、セラミック基板表面の粒子に丸みを持たせることができ、上記セラミック基板の光沢度を向上させることができるからである。

また、上記セラミック基板は、焼結前に冷間静水圧プレスがなされていることが望ましい。焼結前の成形体から気孔を完全になくすことができ、上記セラミック基板の光沢度を向上させることができるからである。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の底面に抵抗発熱体が形成された半導体製造・検査装置用ホットプレートの一例を模式的に示す底面図である。

図2は、図1に示した半導体製造・検査装置用ホットプレートの一部を模式的に示す部分拡大断面図である。

図3は、図1に示した半導体製造・検査装置用ホットプレートを配設するための支持容器を模式的に示した断面図である。

図4は、本発明の内部に抵抗発熱体が形成された半導体製造・検査装置用ホットプレートの一例を模式的に示す部分拡大断面図である。

図5(a) ~ (d)は、本発明の底面に抵抗発熱体が形成された半導体製造・検査装置用ホットプレートの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

図6 (a) ~ (d) は、本発明の内部に抵抗発熱体が形成された半導体製造・検査装置用ホットプレートの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

図7 (a) および (b) は、セラミック基板の光沢度と平均表面粗さ R_a との関係を説明する説明図であり、(c) および (d) は、セラミック基板の光沢度と表面状態との関係を説明する説明図である。
5

図8は、アニール処理前のセラミック基板表面のSEM写真である。

図9は、アニール処理後のセラミック基板表面のSEM写真である。

符号の説明

- 10 9 シリコンウェハ
10、20 ホットプレート
11、21 セラミック基板
12、22 抵抗発熱体
13、23 外部端子
15 14、24 有底孔
15、25 貫通孔
16 リフターピン
18 熱電対
27 袋孔
20 28 スルーホール
30 支持容器
30a 冷媒吹き出し口
32 ガイド管
35 断熱材
25 37 押さえ用金具
38 ボルト
39 冷媒注入管
130 半田ペースト層
170 ソケット

発明の詳細な開示

本発明の半導体製造・検査装置用ホットプレートは、セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体が形成されてなる半導体製造・検査装置用ホットプレート
5 であって、

上記セラミック基板の加熱面の光沢度は、1.5%以上であることを特徴とする。

このような光沢度を持つセラミック基板では、半導体製造・検査装置用ホットプレート（以下、単にホットプレートともいう）の加熱面から $50\sim500\mu\text{m}$
10 離間させてシリコンウエハを加熱する場合に、加熱面が平坦であるために該加熱面と加熱物との間に空気の滞留等が発生しにくく、層流となり、一定の速度で流动する。また、被加熱物と加熱面との距離がほぼ一定であるため、加熱面に到達する熱量が場所により異なることはなく、その結果、シリコンウエハ等の被加熱物を均一に加熱することができる。

15 また、シリコンウエハを直接加熱面に載置する場合にも、完全な面接触となり、シリコンウエハ等の被加熱物を均一に加熱することができる。

なお、特許掲載公報第2513995号などでは、基板にR_a（面粗度）で $1\mu\text{m}$ 以下の平滑な表面を形成することができることを開示しているが、このR_aは、凹凸の深さの情報であって、凹凸の密度について規定するものではない。これに対し、本発明のホットプレートは、光沢度を指標に、基板表面の凹凸の深さに加えて凹凸の密度も制御したものであり、このホットプレートでは、被加熱物を均一に加熱することができる。
20

光沢度は、凹凸の深さのみならず、凹凸の密度の情報も含む。

図7（a）および（b）は、セラミック基板の光沢度と平均表面粗さR_aとの関係を説明する説明図であり、（c）および（d）は、セラミック基板の光沢度と表面状態との関係を説明する説明図である。
25

図7（a）、（b）では、セラミック基板の平均面粗度は、ともにR_a=0.1 μm であるが、光沢度は（a）の方が大きい。R_aでは、凹凸の密度の情報が反映されないからである。従って、面粗度としてR_aが大きくなつても、その密度

が小さいのであれば光沢度も大きくなる。

さらに、図7 (c)、(d)に示したように、セラミック基板の平均面粗度とともに $R_a = 0.1 \mu m$ であり、かつ、その凹凸の密度がともに同じであっても、角張った凹凸の(c)と、丸みのある凹凸の(d)とではその光沢度が異なり、5 (d)の光沢度の方が高い。即ち、光沢度は、密度に加えて粗面の表面情報も有している。

また、上記公報に記載の発明では、酸素等を含有させたわけではないので、粒子粒界に生じる未焼結部分に起因する窪みや粒子の脱落による窪みが発生することがあり、このような窪みの密集部分が存在するとピンホールがないとしても、10 光沢度1.5%以上を達成することは困難である。

また、本発明に係るセラミック基板では、焼結性が良好で高密度であり、内部の気孔径が従来に比べて小さくなっている、セラミック基板が緻密化されていることに起因して、焼結体を構成する粒子同士が強固に接合されているので、研磨によっても粒子が殆ど脱落せず、平坦な表面を形成することができる。従って、15 光沢度を1.5%以上に保つことができ、パーティクルも発生しない。

ここで、表面光沢度とは、JIS K 7105(プラスチックの光学的特性試験方法)の5.2項に準拠した方法により測定される光沢度である。この方法は、プラスチック表面の光沢度を測定するものであるが、セラミックの表面光沢度も同様の原理で測定することができる。

20 この方法では、 60° の角度で試料面に光を照射して正反射成分を受光器で測定するものであり、鏡面光沢度の基準として、屈折率1.567のガラス表面を採用し、この場合の値を100%とする。

光沢度を高くする方法としては、例えば、セラミック基板の脱粒、気孔をなくす方法や、セラミック基板表面の凹凸に丸みをもたせる方法がある。

25 上記脱粒、気孔をなくす方法としては、例えば、原料の窒素物セラミックや炭化物セラミックを空気中で焼成し、酸素を導入して粒子境界の焼結性を向上させる方法、焼結前の成形体を冷間静水圧プレスして気孔を完全にななくす方法などを挙げることができ、上記表面の凹凸に丸みをもたせる方法としては、焼結体をアニール処理して表面の凹凸に丸みをもたせてなだらかにする方法などを挙げるこ

とができる。

なお、上記アニール処理については、アニール処理前のセラミック基板表面のSEM写真を図8に示し、一方、アニール処理後のセラミック基板表面のSEM写真を図9に示す。このセラミック基板の光沢度は、図9に示すアニール処理後の方が高い。なお、図8では、光沢度は1.1%であるが、図9では、光沢度は20%である。

本発明では、例えば、セラミック中に酸素を含有させることにより、セラミック基板を緻密化し、粒子同士を強固に接合させることができる。従って、このような構成セラミック基板に研磨処理を施すことにより、セラミック基板表面の光沢度が1.5%以上のホットプレートを実現することができる。

また、セラミック基板を製造する際に、未焼結体の状態で冷間静水圧プレス(CIP)等を施すことにより緻密化した後、焼結を行うことによってもセラミック基板表面の光沢度を上記範囲にすることができる。

なお、セラミック基板に酸素を含有させる方法については、後述する。

さらに、上記セラミック基板を1400～1800°Cで焼成し、上記セラミック基板表面の粒子に丸みを持たせることで、セラミック基板表面の凹凸をなだらかにし、上記セラミック基板表面の光沢度を向上させることも可能である。

図1は、本発明のホットプレートの一例を模式的に示す底面図であり、図2は、図1に示すホットプレートの一部を模式的に示す部分拡大断面図である。この図2のホットプレートでは、セラミック基板の底面に抵抗発熱体が形成されている。

図1に示したように、セラミック基板11は、円板状に形成されており、このセラミック基板11の底面11bには、同心円形状からなる複数の抵抗発熱体12が形成されている。これら抵抗発熱体12は、互いに近い二重の同心円同士が一組の回路として、一本の線になるように形成され、これらの回路を組み合わせて、加熱面11aでの温度が均一になるように設計されている。

また、図2に示したように、抵抗発熱体12には、酸化等を防止するために金属被覆層12aが形成され、その両端に外部端子13が半田等(図示せず)を用いて接合されている。また、この外部端子13には、配線を備えたソケット170が取り付けられ、電源との接続が図られるようになっている。

セラミック基板 11 には、測温素子 18 を挿入するための有底孔 14 が形成され、この有底孔 14 の内部には、熱電対等の測温素子 18 が埋設されている。また、中央に近い部分には、リフターピン 16 を挿通するための貫通孔 15 が設けられている。

このリフターピン 16 は、その上にシリコンウェハ 9 を載置して上下させることができるようになっており、これにより、シリコンウェハ 9 を図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウェハ 9 を受け取ったりすることができるとともに、シリコンウェハ 9 をセラミック基板 11 の加熱面 11a に載置して加熱したり、シリコンウェハ 9 を加熱面 11a から 50～2000 μm 離間させた状態で支持し、加熱することができるようになっている。

また、セラミック基板 11 に貫通孔や凹部を設け、この貫通孔または凹部に先端が尖塔状または半球状の支持ピンを挿入した後、支持ピンをセラミック基板 11 よりわずかに突出させた状態で固定し、この支持ピンでシリコンウェハ 9 を支持することにより、加熱面 11a から 50～2000 μm 離間させた状態で加熱してもよい。

図 3 は、このようなホットプレートを構成するセラミック基板を配設するための支持容器を模式的に示した断面図である。

セラミック基板 11 を図 3 に示すような支持容器に嵌め込んで使用する場合、セラミック基板 11 の貫通孔 15 が形成された部分の下には、貫通孔 15 に連通するガイド管 32 が設けられ、この貫通孔 15 にリフターピン 16 が挿通され、シリコンウェハ 9 をセラミック基板 11 の表面から離間させた状態で支持することができるようになっている。

さらに、この支持容器 30 には、冷媒吹き出し口 30a が形成されており、冷媒注入管 39 から冷媒が吹き込まれ、冷媒吹き出し口 30a を通って外部に排出されるようになっており、この冷媒の作用により、セラミック基板 11 を冷却することができるようになっている。

従って、ホットプレートに通電してホットプレート 10 を加熱し、シリコンウェハ 9 を所定温度まで昇温させた後、冷媒注入管 39 から冷媒を吹き込むことにより、セラミック基板 11 を冷却することができる。

本発明の加熱面の光沢度が1.5%以上のホットプレートを用い、図3に示したように、加熱面11aから一定の距離離間してシリコンウェハ9を加熱すると、加熱面が平坦であるため、シリコンウェハと加熱面との距離はほぼ一定であり、しかも、シリコンウェハと加熱面との間に空気が滞留する部分が存在せず、層流となり、その結果、シリコンウェハ9を均一に加熱することができる。

図4は、本発明のホットプレートの他の一例を模式的に示す部分拡大断面図である。このホットプレートでは、セラミック基板の内部に抵抗発熱体が形成されている。

図示はしていないが、このホットプレートでは、図1に示したホットプレートと同様に、セラミック基板21は、円板形状に形成されており、抵抗発熱体22は、セラミック基板21の内部に、図1に示したパターンと同様のパターン、すなわち、同心円形状からなり、互いに近い二重の同心円同士が一組の回路となつたパターンで形成されている。

そして、抵抗発熱体22の端部の直下には、スルーホール28が形成され、さらに、このスルーホール28を露出させる袋孔27が底面21bに形成され、袋孔27には外部端子23が挿入され、ろう材等（図示せず）で接合されている。

また、図4には示していないが、外部端子23には、図1に示したホットプレートとの場合と同様に、例えば、導電線を有するソケットが取り付けられ、この導電線は電源等と接続されている。

図4に示したホットプレートでも、加熱面の表面の光沢度が1.5%以上と、非常に平坦であるので、図1、2に示したホットプレートの場合と同様に、シリコンウェハ等の被加熱物を均一に加熱することができる。

本発明に係るセラミック基板は、窒化物セラミック、炭化物セラミックおよび酸化物セラミックに属するセラミックから選ばれる少なくとも1種からなることが望ましい。

上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。

また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タンステン等が挙

げられる。

上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コーチェライト、ムライト等、 MgO 、 CaO 、 TiO_2 等が挙げられる。

5 本発明では、これらのセラミックを2種以上を併用することが望ましい。例えば、アルミナ、シリカ、 CaO 、 MgO などの混合物酸化物が緻密体となりやすい。

これらのセラミックの中では、非酸化物セラミックが望ましい。非酸化物セラミックは熱伝導率が高く、抵抗発熱体で発生した熱を良好に伝達することができるからである。特に、非酸化物セラミックとしては、窒化物セラミックが望ましい。

また、窒化物セラミックの中では窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が $180\text{ W/m}\cdot\text{K}$ と最も高いからである。

15 また、上記窒化物セラミックに酸素を含有させると、焼結が進行し易くなり、気孔率が大きく減少し、残留する気孔径も小さくなり、研磨をし易くなり、表面の光沢度を上げることができる。

本発明のホットプレートを構成するセラミック基板は、0.05～10重量%、特に0.1～5重量%の酸素を含有していることが望ましい。特に、0.1重量%未満では、焼結性が悪いため研磨を施しても表面の光沢度が上がらなかつたり、耐電圧を確保することができない場合があり、逆に5重量%を超えると、熱伝導率が低下して昇温降温特性が低下する場合がある。さらに、上記セラミック基板は0.5重量%以上の酸素を含有していることが最適である。セラミック基板に、アニール処理を施すことでセラミック基板表面の粒子に丸みを生じさせやすいからである。

25 酸素は、焼結助剤を添加することにより、または、非酸化物セラミックを空气中または酸素中で焼成することにより導入する。

上記非酸化物セラミックに酸素を含有させるため、通常、非酸化物セラミックの原料粉末中に金属酸化物を混合して焼成を行う。

上記非酸化物セラミックとして窒化物セラミックを用いる場合、混合させる金

属酸化物としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属の酸化物が挙げられ、具体的には、例えば、イットリア (Y_2O_3) 、アルミナ (Al_2O_3) 、酸化ルビジウム (Rb_2O) 、酸化リチウム (Li_2O) 、炭酸カルシウム (CaCO_3) 等が挙げられる。

5 これらの金属酸化物の添加量は、窒化物セラミック 100重量部に対して、1～10重量部が好ましい。

上記セラミック基板の気孔率は、5%以下が好ましい。

気孔率が5%を超えると、研磨を行った際に、気孔が表面に露出しやすくなるため、表面平坦性に劣り、表面光沢度を1.5%以上にすることが難しくなる。

10 気孔率は、0.1～1.0%程度がより好ましい。

上記セラミック基板の気孔径は、5 μm 以下が好ましく、0.1～3 μm がより好ましい。

また、気孔径の平均が5 μm を超えると、気孔が表面に露出しやすくなるため、表面平坦性に劣るようになる。

15 気孔率は、アルキメデス法により測定する。焼結体を粉碎して有機溶媒中あるいは水銀中に粉碎物を入れて体積を測定し、粉碎物の重量と体積から真比重を求め、真比重と見かけの比重から気孔率を計算するのである。

平均気孔径の測定は、試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2000から5000倍の倍率で表面を電子顕微鏡で10箇所撮影することにより行う。そして、撮影された50ショットの気孔径を平均する。一つ一つの気孔径は、最も長い部分を気孔径として測定する。

上記ホットプレート中には、カーボンが50～5000ppm含有されていることが望ましい。カーボンを含有させることにより、セラミック基板を黒色化することができ、ヒータとして利用する際に輻射熱を充分に利用することができるからである。

添加するカーボンは、非晶質のものであっても結晶質のものであってもよい。非晶質のものを使用すると、高温における体積抵抗率の低下を防止することができ、一方、結晶質のものを使用すると、高温における熱伝導率の添加を防止することができる。用途によっては、結晶質のカーボンと非晶質のカーボンの両方を

併用してもよい。また、カーボンの含有量は、50～2000 ppmが特に望ましい。

本発明のホットプレートでは、通常、セラミック基板の内部や底面に抵抗発熱体が設けられ、抵抗発熱体を発熱させることによりシリコンウエハ等の加熱を行うが、ペルチェ素子を設けることにより、セラミック基板の加熱や冷却を行ってもよい。

抵抗発熱体をセラミック基板の内部に設ける場合には、複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは相互に補完するように形成されて、加熱面からみるとどこかの層にパターンが形成された状態が望ましい。例えば、互いに千鳥の配置になっている構造である。

抵抗発熱体としては、例えば、金属または導電性セラミックの焼結体、金属箔、金属線等が挙げられる。金属焼結体としては、タンクステン、モリブデンから選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの金属は比較的酸化しにくく、発熱するに充分な抵抗値を有するからである。

また、導電性セラミックとしては、タンクステン、モリブデンの炭化物から選ばれる少なくとも1種を使用することができる。

さらに、セラミック基板の底面に抵抗発熱体を形成する場合には、金属焼結体としては、貴金属（金、銀、パラジウム、白金）、ニッケルを使用することが望ましい。具体的には銀、銀、パラジウムなどを使用することができる。

上記金属焼結体に使用される金属粒子は、球状、リン片状、もしくは球状とリン片状の混合物を使用することができる。

表面に抵抗発熱体を設ける場合、金属焼結体中には、金属酸化物が添加されていてもよい。上記金属酸化物を使用するのは、セラミック基板と金属粒子を密着させるためである。上記金属酸化物により、セラミック基板と金属粒子との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子の表面はわずかに酸化膜が形成されており、セラミック基板は、酸化物の場合は勿論、非酸化物セラミックである場合にも、その表面には酸化膜が形成されている。従って、この酸化膜が金属酸化物を介してセラミック基板表面で焼結して一体化し、金属粒子とセラミック基板とが密着するのではないかと考えられる。

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ($B_2 O_3$) 、アルミナ、イットリア、チタニアから選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善できるからである。

5 上記金属酸化物は、金属粒子100重量部に対して0.1重量部以上10重量部未満であることが望ましい。この範囲で金属酸化物を用いることにより、抵抗値が大きくなりすぎず、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

また、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ($B_2 O_3$) 、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合に、酸化鉛が1～10重量部、シリカが1～30重量部、酸化ホウ素が5～50重量部、酸化亜鉛が20～70重量部、アルミナが1～10重量部、イットリアが1～50重量部、チタニアが1～50重量部が好ましい。但し、これらの合計が100重量部を超えない範囲で調整されることが望ましい。これらの範囲が特にセラミック基板との密着性を改善できる範囲だからである。

抵抗発熱体をセラミック基板の底面に設ける場合は、抵抗発熱体12の表面は、金属被覆層12aで被覆されていることが望ましい（図2参照）。抵抗発熱体12は、金属粒子の焼結体であり、露出していると酸化しやすく、この酸化により抵抗値が変化してしまう。そこで、表面を金属被覆層12aで被覆することにより、酸化を防止することができる。

金属被覆層12aの厚さは、0.1～10 μm が望ましい。抵抗発熱体の抵抗値を変化させることなく、抵抗発熱体の酸化を防止することができる範囲だからである。

被覆に使用される金属は、非酸化性の金属であればよい。具体的には、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルから選ばれる少なくとも1種以上が好ましい。なかでもニッケルがさらに好ましい。抵抗発熱体には電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して抵抗発熱体に取り付けるが、ニッケルは半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、コバール製の端子ピンを使用することができる。

なお、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合は、抵抗発熱体の表面が酸化されなければならないため、被覆は不要である。抵抗発熱体をセラミック基板内部に形成する場合、抵抗発熱体の表面の一部が露出していてもよい。

抵抗発熱体として使用する金属箔としては、ニッケル箔、ステンレス箔をエッチング等でパターン形成して抵抗発熱体としたものが望ましい。

パターン化した金属箔は、樹脂フィルム等ではり合わせてもよい。

金属線としては、例えば、タンクスチレン線、モリブデン線等が挙げられる。

温度制御手段としてペルチェ素子を使用する場合は、電流の流れる方向を変えることにより発熱、冷却両方行うことができるため有利である。

本発明では、必要に応じて、セラミック基板11の有底孔14に熱電対を埋め込んでおくことができる。熱電対により抵抗発熱体の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、温度を制御することができるからである。

熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5 mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウェハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。

上記熱電対としては、例えば、JIS-C-1602(1980)に挙げられるように、K型、R型、B型、S型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

次に、本発明のホットプレートの製造方法について説明する。

図5(a)～(d)は、セラミック基板の底面に抵抗発熱体を有するホットプレートの製造方法を模式的に示した断面図である。

(1) セラミック基板の製造工程

上述した窒化アルミニウム等のセラミック粉末に必要に応じてイットリア等の酸化物からなる焼結助剤やバインダ等を配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライ等の方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧することにより板状などに成形し、生成形体(グリーン)を作製する。スラリー調整時に、非晶質や結晶質のカーボンを添加してもよい。

ここで、生成形体(グリーン)を作製した後、該生成形体に冷間静水圧プレス

(CIP) 等を施すことが望ましい。焼結前の生成形体を冷間静水圧プレス等により均等にプレスした場合には、均等に焼結が進行するため、焼結密度が向上し、光沢度を1.5%以上に調整しやすいからである。

上記冷間静水圧プレス (CIP) の圧力は、50～500 MPa が望ましい。

5 次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。この後、所定の形状に加工することにより、セラミック基板11を製造するが、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい (図5(a))。加圧しながら加熱、焼成を行うことにより、気孔のないセラミック基板11を製造することが可能となる。加熱、焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物
10 セラミックでは、1000～2500°Cである。焼成温度は、1600～2100°Cがより好ましい。

次に、セラミック基板11に、必要に応じて、シリコンウェハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔、シリコンウェハを運搬等するためのリフターピンを挿入する貫通孔15、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔14等を
15 形成する。

(2) セラミック基板に導体ペーストを印刷する工程

導体ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などを用い、抵抗発熱体を設けようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。また、抵抗発熱体は、セラミック基板全体を均一な温度にする必要があることから、例えば、同心円形状とするか、または、同心円形状と屈曲線形状とを組み合わせたパターンに印刷することが好ましい。

導体ペースト層は、焼成後の抵抗発熱体12の断面が、方形で、偏平な形状となるように形成することが好ましい。

(3) 導体ペーストの焼成

セラミック基板11の底面に印刷した導体ペースト層を加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させ、セラミック基板11の底面に焼き付け、抵抗発熱体12を形成する (図5(b))。加熱焼成の温度は、500～1000°Cが好ましい。

導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておくと、金属粒子、セラミック基板および金属酸化物が焼結して一体化するため、抵抗発熱体とセラミック基板との密着性が向上する。

この後、焼結体の表面を平面研削機で研磨する。さらに#100～#8000のダイヤモンド砥石で研磨する。つぎに、平均粒子径0.1～10μmのダイヤモンドスラリー、コロイダルシリカ、アルミナ懸濁液でポリッシングして表面の光沢度を調整する。

あるいは、半導体ウェハ加熱面の光沢度を高くするために、1400～1800°Cで1～3時間アニール処理してもよい。

さらに、これらの研磨処理、ポリッシング処理、および、アニール処理を併用してもよい。

(4) 金属被覆層の形成

次に、抵抗発熱体12表面に、金属被覆層12aを設ける(図5(c))。金属被覆層12aは、電解めっき、無電解めっき、スパッタリング等により形成することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが最適である。

(5) 端子等の取り付け

抵抗発熱体12の回路の端部に電源との接続のための外部端子13を半田ペースト層130を介して取り付ける(図5(d))。この後、熱電対等の測温素子18を有底孔14内に埋め込み、ポリイミド等の耐熱樹脂等で封止する。また、図示はしないが、例えば、この外部端子17に導電線を有するソケット等を脱着可能な状態で取り付ける。

(6) この後、このような抵抗発熱体12を有するセラミック基板を、例えば、円筒形状の支持容器に取り付け、ソケットから伸びたリード線を電源に接続することにより、ホットプレートの製造を終了する。

上記ホットプレートを製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができ、また、加熱面にチャックトップ導体層を設け、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設けることによりウェハプローバを製造することができる。

セラミック基板の内部に電極を設ける場合には、金属箔等をセラミック基板の

内部に埋設すればよい。また、セラミック基板の表面に導体層を形成する場合には、スペッタリング法やめっき法を用いることができ、これらを併用してもよい。

次に、本発明のセラミック基板の内部に抵抗発熱体を有するホットプレートの製造方法について説明する。

5 図6 (a) ~ (d) は、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を有するホットプレートの製造方法を模式的に示した断面図である。

(1) グリーンシートの作製工程

まず、窒化物セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。

10 上述したセラミック粉末としては、窒化アルミニウム等を使用することができ、必要に応じて、イットリア等の酸化物からなる焼結助剤を加えてもよい。また、グリーンシートを作製する際、結晶質や非晶質のカーボンを添加してもよい。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセルソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

15 さらに溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート50を作製する。

グリーンシート50の厚さは、0.1~5mmが好ましい。

20 次に、得られたグリーンシートに、必要に応じて、シリコンウェハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、シリコンウェハを運搬等するためのリフターピンを挿入する貫通孔25となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔24となる部分、抵抗発熱体を外部端子と接続するためのスルーホール28となる部分等を形成する。後述するグリーンシート積層体を形成した後に、上記加工を行ってもよい。

(2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

グリーンシート50上に、金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導体ペーストを印刷し、導体ペースト層220を形成し、スルーホール28となる部分に導体ペーストを充填し、充填層280とする。

これらの導電ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

上記金属粒子であるタンクスチン粒子またはモリブデン粒子等の平均粒子径は、
0. 1～5 μmが好ましい。平均粒子が0. 1 μm未満であるか、5 μmを超える
5 ると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック
粒子8.5～8.7重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポ
リビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～1.0重量
部；および、α-テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶
媒を1.5～1.0重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。
10

（3）グリーンシートの積層工程

上記（1）の工程で作製した導体ペーストを印刷していないグリーンシート5
0を、上記（2）の工程で作製した導体ペースト層220を印刷したグリーンシ
ート50の上下に積層する（図6（a））。

15 このとき、上側に積層するグリーンシート50の数を下側に積層するグリーン
シート50の数よりも多くして、抵抗発熱体22の形成位置を底面の方向に偏芯
させる。

具体的には、上側のグリーンシート50の積層数は20～50枚が、下側のグ
リーンシート50の積層数は5～20枚が好ましい。

20 ここで、グリーンシートを積層した後、得られたグリーンシート積層体に冷間
静水圧プレス（CIP）等を施すことが望ましい。焼結前のグリーンシート積層
体を冷間静水圧プレス等により均等にプレスした場合には、均等に焼結が進行す
るため、焼結密度が向上し、光沢度を1.5%以上に調整しやすいからである。

上記冷間静水圧プレス（CIP）の圧力は、50～500MPaが望ましい。

（4）グリーンシート積層体の焼成工程

グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシート50および内部の
導体ペーストを焼結させ、セラミック基板21を製造する。

加熱温度は、1000～2000°Cが好ましく、加圧の圧力は、10～20M
Paが好ましい。加熱温度は、1600～2100°Cがより好ましい。加熱は、

不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

この後、焼結体の表面を平面研削機で研磨する。さらに#100～#8000のダイヤモンド砥石で研磨する。つぎに、平均粒子径0.1～10μmのダイヤモンドスラリーやコロイダルシリカ、アルミナ懸濁液でポリッシングして表面の光沢度を調整する。

あるいは、半導体ウェハ加熱面の光沢度を高くするために、1400～1800°Cで1～3時間アニール処理してもよい。

さらに、これらの研磨処理、ポリッシング処理、および、アニール処理を併用してもよい。

通常、得られたセラミック基板21に、リフターピンを挿通するための貫通孔25や測温素子を挿入するための有底孔24を設け(図6(b))、続いて、スルーホール28を露出させるために袋孔27を形成する(図6(c))。貫通孔25、有底孔24および袋孔27は、表面研磨後に、ドリル加工やサンドブラストなどのプラスト処理を行うことにより形成することができる。

次に、袋孔27より露出したスルーホール28に外部端子23を金ろう等を用いて接続する(図6(d))。さらに、図示はしないが、外部端子23に、例えば、導電線を有するソケットを脱着可能に取り付ける。

なお、加熱温度は、半田処理の場合には90～450°Cが好適であり、ろう材での処理の場合には、900～1100°Cが好適である。さらに、測温素子としての熱電対などを耐熱性樹脂で封止し、ホットプレートとする。

上記ホットプレートを製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができ、また、加熱面にチャックトップ導体層を設け、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設けることによりウェハプローバを製造することができる。

セラミック基板の内部に電極を設ける場合には、抵抗発熱体を形成する場合と同様にグリーンシートの表面に導体ペースト層を形成すればよい。また、セラミック基板の表面に導体層を形成する場合には、スパッタリング法やめっき法を用いることができ、これらを併用してもよい。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例 1) ホットプレート(図 6 参照)の製造

5 (1) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ製、平均粒径 1. 1 μm) 100 重量部、イットリア(平均粒径: 0. 4 μm) 4 重量部、アクリルバインダ 11. 5 重量部、分散剤 0. 5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 5 3 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0. 47 mm のグリーンシートを得た。

10 (2) 次に、このグリーンシートを 80 °C で 5 時間乾燥させた後、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分(貫通孔)を設けた。

(3) 平均粒子径 1 μm のタンクステンカーバイト粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3. 0 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3. 5 重量部および分散剤 0. 3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

15 平均粒子径 3 μm のタンクステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1. 9 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3. 7 重量部および分散剤 0. 2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

この導電性ペースト A をグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層 220 を形成した。印刷パターンは、同心円パターンとした。

20 さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペースト B を充填した。

上記処理の終わったグリーンシート 50 に、さらに、タンクステンペーストを印刷しないグリーンシート 50 を上側(加熱面)に 34 枚、下側に 13 枚積層し、これらを 130 °C、8 MPa (80 kg/cm²) の圧力で圧着して積層体を作製した(図 6 (a))。この後、得られた積層体に圧力 300 MPa の条件で冷間静水圧プレス(CIP)を施した。

(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600 °C で 5 時間脱脂し、1890 °C、圧力 15 MPa (150 kg/cm²) で 3 時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを 230 mm の円板状に切り出し、

内部に厚さ $6 \mu\text{m}$ 、幅 10 mm の抵抗発熱体 22 を有する窒化アルミニウム製の板状体（セラミック基板 21 ）とした（図 6 （b））。

（5）次に、（4）で得られたセラミック基板の加熱面を、平面研削機で表面加工し、さらに#2000のダイヤモンド砥石（マルト一製 ダイヤモンドパッド）で研磨し、ついで、粒度 $0.25 \mu\text{m}$ ダイヤモンドスラリー（マルト一製）を用いてフェルトクロスでポリッシングした。

さらにマスクを載置し、SiC等を用いたプラスト処理によりリフターピンを挿通するための貫通孔 25 、表面に熱電対等の測温素子 18 を埋設するためのための有底孔 24 （直径： 1.2 mm 、深さ： 2.0 mm ）を設けた。

（6）さらに、スルーホール 28 が形成されている部分をえぐり取って袋孔 27 とし（図 6 （c））、この袋孔 27 にNi-Auからなる金ろうを用い、 700°C で加熱リフローしてコバール製の外部端子 23 を接続させた（図 6 （d））。なお、外部端子の接続は、タンクステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

（7）次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔 24 に埋め込み、抵抗発熱体を有するホットプレートの製造を完了した。

（実施例2）ホットプレートの製造

（1）から（4）までは実施例1と同様にしてセラミック基板を製造し、以下の条件で研磨処理を施した。

（5）上記（4）で得たセラミック基板の表面（加熱面）を、平面研削機で表面加工し、さらに#2000のダイヤモンド砥石（マルト一製 ダイヤモンドパッド）で研磨し、ついで、粒度 $3.0 \mu\text{m}$ ダイヤモンドスラリー（マルト一製）を用いてフェルトクロスでポリッシングした。

この研磨の後、底面にマスクを載置し、SiC等によるプラスト処理で貫通孔 25 を形成し、熱電対等の測温素子 18 を埋め込むための有底孔 24 を設けた。

（6）次に、セラミック基板 21 にスルーホール 28 を露出させるための袋孔 27 を設けた。この袋孔 27 にNi-Au合金（Au 81.5重量%、Ni 18.4重量%、不純物0.1重量%）からなる金ろうを用い、 970°C で加熱リフローしてコバール製の外部端子 23 を接続させた。

(7) 次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔24に埋め込み、ホットプレートを得た。

(実施例3) ホットプレート(図5参照)の製造

(1) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径1.1μm)100重量部、イットリア(平均粒径0.4μm)4重量部、アクリルバインダ12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

(2) 次に、顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体を得た。この後、得られた生成形体に圧力300MPaの条件で冷間静水圧プレス(CIP)を施した。

次に、加工処理の終わった生成形体を窒素ガス中、1890°C、圧力15MPaでホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを直径230mmの円板状に切り出してセラミック基板11とした。

(3) 平面研削機でこのセラミック基板11の加熱面を加工し、さらに#2000のアルミナ研磨材(マルト一製アランダム)で研磨した。ついで、粒度3.0μmダイヤモンドスラリーを用いてフェルトクロスでポリッシングした。

その後、さらにマスクを載置し、SiC等によるプラスト処理で底面に熱電対等の測温素子18を埋設するための有底孔14(直径:1.2mm、深さ:2.0mm)とリフターピンを挿通するための貫通孔15を設けた。

(4) 上記(3)の工程を経たセラミック基板11の底面に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円形状と屈曲線形状とを組み合わせたパターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

この導体ペーストは、銀ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛(5重量%)、酸化亜鉛(55重量%)、シリカ(10重量%)、酸化ホウ素(25重量%)およびアルミナ(5重量%)からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が4.5μmで、リン片状のものであった。

(5) 次に、導体ペーストを印刷した焼結体を780°Cで加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛等を焼結させるとともに焼結体に焼き付け、抵抗発熱体を形成した。銀の抵抗発熱体12は、厚さが5μm、幅が2.4mm、面積抵抗率が7.7mΩ／□であった。

5 (6) 次に、硫酸ニッケル80g／1、次亜リン酸ナトリウム24g／1、酢酸ナトリウム12g／1、ほう酸8g／1、塩化アンモニウム6g／1を含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5)で作製した焼結体を浸漬し、銀の抵抗発熱体12の表面に厚さ1μmの金属被覆層12a(ニッケル層)を析出させた。

10 (7) 電源との接続を確保するための端子部に、スクリーン印刷により、銀一鉛半田ペースト(田中貴金属社製)を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上に先端がT字形状の導電線66を載置して、420°Cで加熱リフローし、抵抗発熱体の端部に外部端子13を取り付けた。

15 (8) 温度制御のための熱電対を有底孔に挿入し、ポリイミド樹脂を充填し、190°Cで2時間硬化させ、底面11bに抵抗発熱体12を有するホットプレート10を得た。

(実施例4) ホットプレート(図6参照)の製造

実施例2と同様にしてホットプレートを製造したが、表面研磨工程においては、#2000のダイヤモンド砥石での研磨にとどめた。

20 (比較例1)

原料組成物を調製する際にイットリアを添加せず、冷間静水圧プレス(CIP)も行わなかった以外は、実施例1と同様にしてホットプレートを製造した。

(比較例2)

25 加熱面の研削の際に、#2000のダイヤモンド砥石による研磨を行わず、冷間静水圧プレス(CIP)も行わなかった以外は、実施例1と同様にして、ホットプレートを製造した。

(実施例5) アルミナホットプレートの製造(図6参照)

(1) アルミナ：93重量%、SiO₂：5重量%、CaO：0.5重量%、MgO：0.5重量%、TiO₂：0.5重量%、アクリルバインダ：11.5

重量部、分散剤：0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール5.3重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシートを得た。

(2) 次に、これらのグリーンシート50を80°Cで5時間乾燥させた後、加工が必要なグリーンシートに対し、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分（貫通孔）を設けた。

(3) 平均粒子径3μmのタンクステン粒子100重量部、アクリル系バインダ1.9重量部、α-テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調製した。

10 この導電性ペーストBをグリーンシート50にスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、同心円状のパターンとした。

(4) さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストBを充填した。

15 抵抗発熱体のパターンが形成されたグリーンシート50に、さらに、導体ペーストを印刷しないグリーンシート50を上側（加熱面）に34枚から60枚、下側に13枚から30枚積層し、これらを130°C、8MPa（80kg/cm²）の圧力で圧着して積層体を形成した。

この後、得られた積層体に圧力300MPaの条件で冷間静水圧プレス（CIP）を施した。

20 (5) 次に、得られた積層体を空气中、600°Cで5時間脱脂し、温度：1600°C、圧力：15MPaで2時間ホットプレスし、厚さ3mmのアルミナ板状体を得、直径230mmの円板状体に切り出した。

次に、平面研削機でこの板状体の表面を加工し、さらに#2000のアルミナ研磨材（マルト一製 アランダム）で研磨した。ついで、粒度0.25μmダイヤモンドスラリーを用いてフェルトクロスでポリッシングし、内部に厚さ6μm、幅10mmの抵抗発熱体22を有するアルミナ製の板状体（セラミック基板）とした。さらに、1500°Cで1時間アニール処理を行った。

(6) 次に、(5)で得られたセラミック基板の表面にマスクを載置し、SiC等によるプラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2mm、深

さ：2.0 mm）、および、半導体ウエハ等を支持するための貫通孔25を設けた。

（7）さらに、スルーホールが形成されている部分をえぐり取って袋孔27とし（図6（c））、この袋孔27にNi—Auからなる金ろうを用い、700°Cで加熱リフローしてコバルト製の外部端子23を接続させ、ホットプレートの製造を終了した。

なお、外部端子の接続は、タンクステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

（比較例3）

10 加熱面の研削の際に、#2000のダイヤモンド砥石による研磨を行わず、冷間静水圧プレス（CIP）、アニール処理も行わなかった以外は、実施例5と同様にして、ホットプレートを製造した。

（実施例6） ホットプレート（図5参照）

15 （1）窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径1.1μm）100重量部、酸化イットリウム（Y₂O₃：イットリア、平均粒径0.4μm）4重量部、アクリル系樹脂バインダ11.5重量部を混合し、300MPaで冷間静水圧プレス（CIP）し、さらに、窒素雰囲気中、温度：1890°C、圧力：15 MPaの条件で3時間ホットプレスして窒化アルミニウム焼結体を得た。

20 この窒化アルミニウム焼結体を円板状に加工した後、平面研削機でこの板状体の表面を加工し、さらに#2000のアルミナ研磨材（マルト一製 アランダム）で研磨した。ついで、粒度1μmダイヤモンドスラリー（マルト一製）を用いてフェルトクロスでポリッシングし、さらに、1700°Cで1時間アニール処理を行った。

25 （2）上記（1）で得た焼結体の底面に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

この導体ペーストは、銀ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛（5重量%）、酸化亜鉛（55重量%）、シリカ（10重量%）、酸化ホウ素

(25重量%) およびアルミナ(5重量%)からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が $4.5\mu\text{m}$ で、リン片状のものであった。

(3) 次に、導体ペーストを印刷した焼結体を 780°C で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛等を焼結させるとともに焼結体に焼き付け、抵抗発熱体12を形成した。銀の抵抗発熱体12は、厚さが $5\mu\text{m}$ 、幅 2.4mm 、面積抵抗率が $7.7\text{m}\Omega/\square$ であった。

(4) 硫酸ニッケル $80\text{g}/1$ 、次亜リン酸ナトリウム $24\text{g}/1$ 、酢酸ナトリウム $12\text{g}/1$ 、ほう酸 $8\text{g}/1$ 、塩化アンモニウム $6\text{g}/1$ を含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(4)で作製した焼結体を浸漬し、銀の抵抗発熱体12の表面に厚さ $1\mu\text{m}$ の金属被覆層12a(ニッケル層)を析出させた。

(5) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀一鉛半田ペースト(田中貴金属製)を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコバール製の端子ピン13を載置して、 420°C で加熱リフローし、端子ピン13を抵抗発熱体12の表面に取り付けた。

(6) 温度制御のための熱電対を有底孔に挿入し、ポリイミド樹脂を充填し、 190°C で2時間硬化させ、ホットプレート(図5参照)の製造を終了した。

(実施例7)

(1) SiC粉末(平均粒径： $0.3\mu\text{m}$)100重量部、焼結助剤のB₄Cを4重量部、アクリル系バインダ12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体(グリーン)を得た。さらに、 300MPa で冷間静水圧プレスを実施した。

(3) 加工処理の終った生成形体を 2100°C 、圧力： 18MPa でホットプレスし、厚さが 3mm のSiCセラミック基板を得た。

さらに、このセラミック基板を 1600°C で3時間アニール処理した。

次に、この板状体の表面から直径 210mm の円板体を切り出し、表面を $R_a = 0.1\mu\text{m}$ になるまで鏡面研磨し、セラミック基板11とした。

セラミック基板11に、テトラエチルシリケート25重量部、エタノール37.6重量部、塩酸0.3重量部からなる混合液を24時間、攪拌しながら加水分解重合させたゾル溶液をスピンドルコートで塗布し、ついで80°Cで5時間乾燥させ、1000°Cで1時間焼成してSiCセラミック基板11表面に厚さ2μmのSiO₂の膜180を形成した。SiO₂膜はほぼ鏡面であり、JIS B 0601 Ra=0.1μmであった。なお、面粗度は、表面形状測定器（KAL・Tencor社製 P-11）により測定した。

この成形体にドリル加工を施し、シリコンウェハ19の支持ピンを挿入する貫通孔15となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分（直径：1.1mm、深さ：2mm）を形成した。

(4) 上記(3)で得たセラミック基板11に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状と屈曲状の混成パターンとした。パターンには、端子部13a、13b、13c、13d、13eが形成されている。

ただし、抵抗発熱体形成領域の最外周が上記セラミック基板の側面から30mmになるようにした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

この導体ペーストは、銀ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛(5重量%)、酸化亜鉛(55重量%)、シリカ(10重量%)、酸化ホウ素(25重量%)およびアルミナ(5重量%)からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が4.5μmで、リン片状のものであった。

(5) 次に、導体ペーストを印刷したセラミック基板11を780°Cで加熱、焼成して、導体ペースト中の銀を焼結させるとともにセラミック基板11に焼き付け、抵抗発熱体12を形成した。銀の抵抗発熱体12は、厚さが5μm、幅2.4mm、面積抵抗率が7.7mΩ/□であった。

(6) 硫酸ニッケル80g/1、次亜リン酸ナトリウム24g/1、酢酸ナトリウム12g/1、ほう酸8g/1、塩化アンモニウム6g/1の濃度の水溶液

からなる無電解ニッケルめっき浴に上記（5）で作製したセラミック基板11を浸漬し、銀一鉛の抵抗発熱体12の表面に厚さ $1\ \mu\text{m}$ の金属被覆層（ニッケル層）12aを析出させた。抵抗発熱体の表面の面粗度はJIS B 0601 Ra = 0.5 μm であった。

5 (7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀一鉛半田ペースト（田中貴金属製）を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコバール製の端子ピン13を載置して、420°Cで加熱タフローし、端子ピン13を抵抗発熱体12の表面に取り付けた。

10 (8) 温度制御のための熱電対を有底孔14にはめ込み、セラミック接着剤（東亜合成製 アロンセラミック）を埋め込んで固定しホットプレート10を得た。

（実施例8）

実施例1と同様であるが、平面研削機で加熱面を加工した後、1700°C、3時間アニール処理した（図9）。Ra = 10 μm であった。

15 ポリシングしなくとも、アニール処理で表面の光沢が得られた。

（比較例4）

実施例1と同様であるが、平面研削機で加熱面を加工した後、イットリア未添加、CIP処理、ポリシングなしとした（図8）。Ra = 10 μm であった。

（比較例5）

20 実施例7と同様であるが、アニール処理しなかった。

（試験例1）

実施例1のセラミック基板をポリシング後に、さらに1600度で3時間アニール処理した。この試験例1では、酸素量1.6 wt%、表面光沢度220%、気孔なし、パーティクル数40個であったが、ウエハの均熱性は6°Cと低下した。

25 これは、セラミック基板表面が平滑すぎて、空気が簡単に動いてしまい、逆に加熱面の温度を奪ってしまったものと思われる。

実施例1～8および比較例1～5で得られたホットプレートを構成するセラミック基板について、下記の方法により、酸素量、表面光沢度、面粗度および平均気孔径を求めた。

また、実施例1～8および比較例1～5で得られたホットプレートを、図3に示した形状の支持容器30にガラスファイバーで補強されたフッ素樹脂からなる断熱リング35を介して嵌め込み、熱電対からの配線を測定機器に接続するとともに、外部端子からの配線を電源に接続した後、下記の条件で加熱を行い、シリコンウェハの均熱性について測定した。

評価方法

(1) 平均気孔径の測定

試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2000倍の倍率で表面を電子顕微鏡で10箇所撮影して、撮影された50ショットの気孔径を平均した。

10 (2) シリコンウェハの均熱性の評価

リフターピンを用い、シリコンウェハを加熱面から $100\mu m$ 離間させた状態にした後、ホットプレートを300°Cまで昇温させ、シリコンウェハの最低温度と最高温度の差をサーモビュア（日本データム社製 I R 1 6 2 0 1 2 - 0 0 1 2）を用いて測定した。なお、実施例7および比較例5では、シリコンウェハを直接加熱面に載置した。また、表1には、均熱性として示している。

(3) 表面光沢度の測定

光沢計（村上色彩製 グロスマーターGM-3D型）を使用し、入射、反射角 60° とし、JIS K 7105 5. 2項に準じて測定した。基準面は屈折率1.567のガラス表面を使用した。

20 (4) 酸素含有量

実施例および比較例にかかる焼結体と同条件で焼結させた試料をタンクステン乳鉢で粉碎し、これの0.01gを採取して試料加熱温度2200°C、加熱時間30秒の条件で酸素・窒化同時分析装置（LECO社製 TC-136型）で測定した。

25 (5) Ra (面粗度) の測定

表面形状測定器（KLA・Tencor社製 P-11）を使用し、測定長：50000 μm 、走査速度： $50\mu m/\text{秒}$ 、荷重：3mgで実施した。

なお、本発明の面粗度Raは、JIS B 0601で定義される。

(6) パーティクル数

ホットプレート上にシリコンウエハを載置し、加熱した後、シリコンウエハの任意の10箇所を電子顕微鏡（2000倍）で観察し、撮影した後、粒子径0.2 μm以上のものの個数を計測し、撮影視野面積で除した。

表 1

	酸素量 (重量%)	表面光沢度 (%)	面粗度 (μm)	ウエハの 均熱性 (°C)	平均気孔 径 (μm)	パーティクル 数 (個/cm ²)
実施例1	1.6	165	0.02	4	気孔なし	30
実施例2	1.6	50	0.2	4	気孔なし	50
実施例3	1.6	50	0.2	4	気孔なし	50
実施例4	1.6	2.8	0.5	5	気孔なし	75
実施例5	---	5	0.5	15	気孔なし	60
実施例6	1.6	100	0.1	4	気孔なし	35
実施例7	0.6	30	0.1	5	0.1	60
実施例8	1.6	20	10	4	気孔なし	50
比較例1	0.5	1.3	0.02	8	気孔なし	100
比較例2	1.6	1.0	2	8	気孔なし	100
比較例3	---	1.0	2	20	気孔なし	110
比較例4	0.5	1.1	10	9	気孔なし	120
比較例5	0.6	1.2	0.1	10	0.5	130

5

上記表1より明らかなように、実施例1～8に係るホットプレートでは、加熱面の表面光沢度は、1.5%以上と大きく、そのために加熱面の平坦度は大きく、シリコンウエハを加熱した場合に、均一に加熱することができる。また、パーティクル数も少ない。

これに対し、比較例1～5に係るホットプレートでは、加熱面の表面光沢度は、1.5%未満と余り平坦でなく、シリコンウエハを加熱した場合にも、均一に加熱することができず、シリコンウエハに大きな温度分布が発生する。また、研磨によって、粒子が脱落しやすいので、パーティクル数が増加している。

また、比較例1に係るホットプレートでは、気孔が存在しなかったものの、脱

粒が観察された。

なお、比較例 1 と実施例 1 の比較からわかるように、必ずしも面粗度 (R_a) が小さくても光沢度が高いとは言えない。 R_a は凹凸の深さの情報ではあるが、その密度の情報は含まれていない。これに対して、光沢度は凹凸の深さと密度の 5 情報の両方を含んでいいると考えられ、表面光沢度の方がより正確な表面情報であるといえる。

また、同じ R_a でも、アニール処理により、表面の状態がなだらかになれば、光沢度も高くなる。なだらかということは、表面の凹凸の存在密度が低いということであり、表面の凹凸の密度が小さければ、ウエハと加熱面とを離間して加熱 10 した場合に、蓄熱した空気が滞留しにくくなり、ウエハの温度均一性が向上する。また、ウエハを加熱面に接触して加熱した場合でも、接触面積が大きくなり、ウエハの温度均一性が向上する。

しかしながら、試験例 1 の結果からみて、表面光沢度が 200 %を超えると、表面が平滑になりすぎてウエハと加熱面を離間して加熱した場合、空気が動き易 15 くなりすぎ、ウエハの温度均一性が逆に低下する。また、ウエハを加熱面に接触して加熱した場合でも、接触面積が大きくなるのはよいが、セラミック基板中の不純物が拡散しやすくなるという問題がおきやすい。セラミック基板の表面光沢度は 200 %以下が最良の範囲であると考えられる。

本発明では、窒化物、炭化物のセラミックホットプレートで設定温度の 2 %以内の温度分布を実現している。また、酸化物のセラミックホットプレートで設定温度の 5 %以内の温度分布を実現している。

産業上利用の可能性

以上説明したように、本願発明のホットプレートは、表面の光沢度は 1. 5 %以上であるので、表面の凹凸の深さが小さく、シリコンウエハ等の被加熱物を加熱面から一定の距離離間させた状態で加熱した場合にも、シリコンウエハと加熱面との間に空気の滞留等が発生せず、被加熱物を均一に加熱することができる。

また、加熱面に密着させて加熱しても、表面が平坦であるため面接触となり、被加熱物を均一に加熱することができる。

さらに、このような光沢度を有するセラミック基板は、焼結性が良好で高密度であり、焼結体を構成する粒子同士が強固に接合されているので、研磨によっても粒子が殆ど脱落せず、パーティクルが発生しない。

請求の範囲

1. セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体が形成されてなる半導体
製造・検査装置用ホットプレートであつて、

5 前記セラミック基板の加熱面の光沢度は、1. 5 %以上であることを特徴とする
半導体製造・検査装置用ホットプレート。

2. 前記セラミック基板には、0. 5～10重量%の酸素を含有する請求の範
囲1に記載の半導体製造・検査装置用ホットプレート。

10 3. 前記セラミック基板は、アニール処理されてなる請求の範囲1または2に
記載の半導体製造・検査装置用ホットプレート。

4. 前記セラミック基板は、焼結前に冷間静水圧プレスがなされている請求の
範囲1～3のいずれか1に記載の半導体製造・検査装置用ホットプレート。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

図1

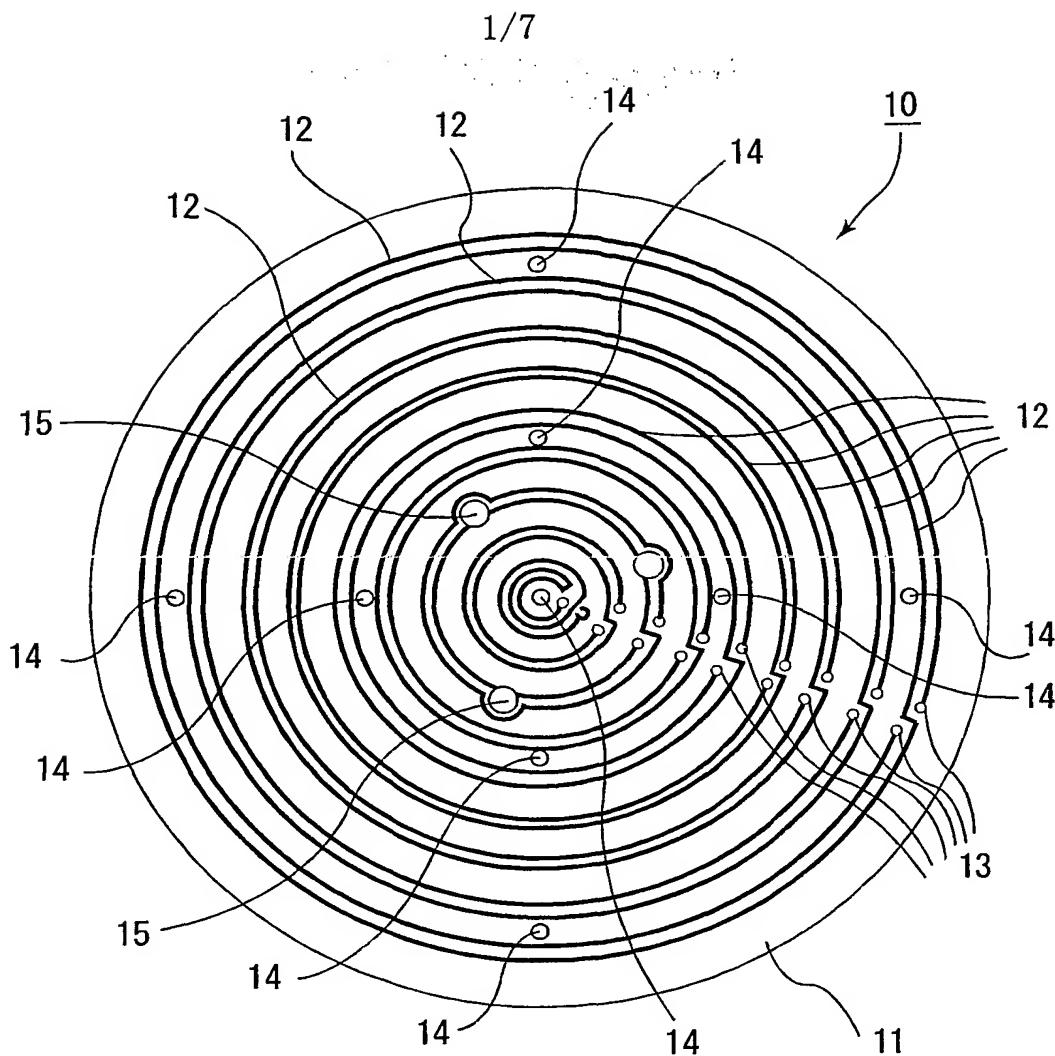
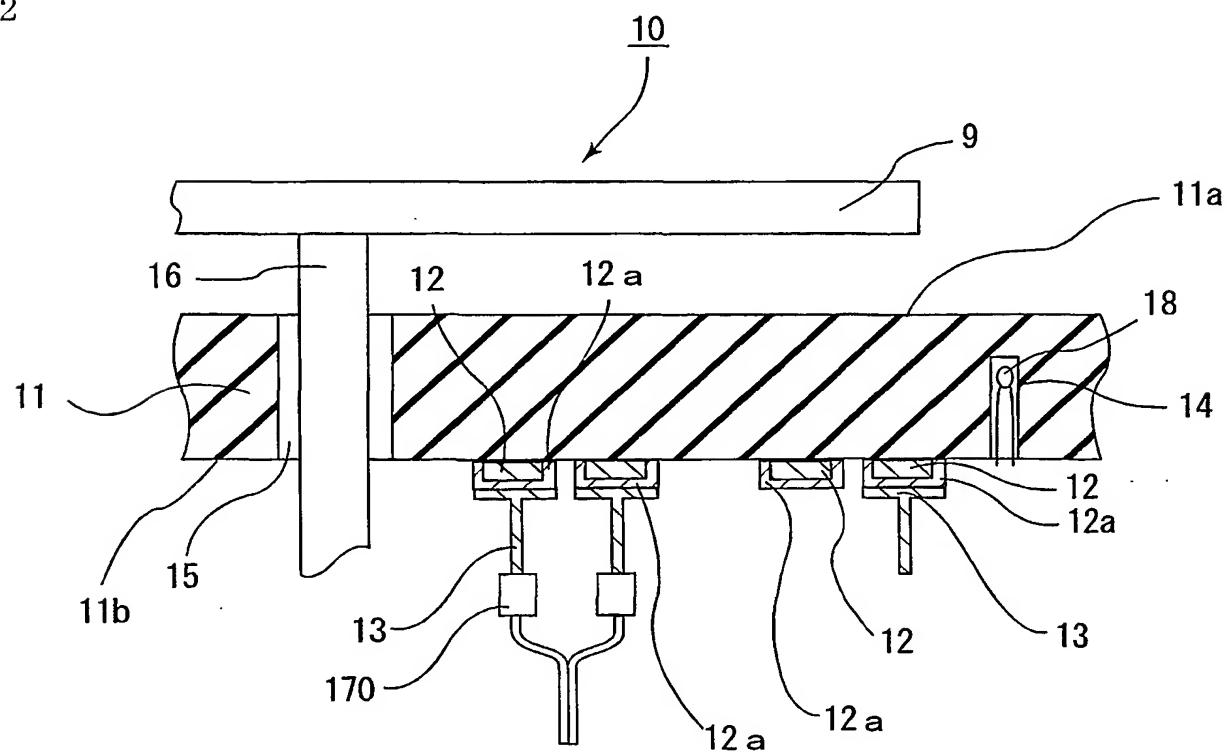


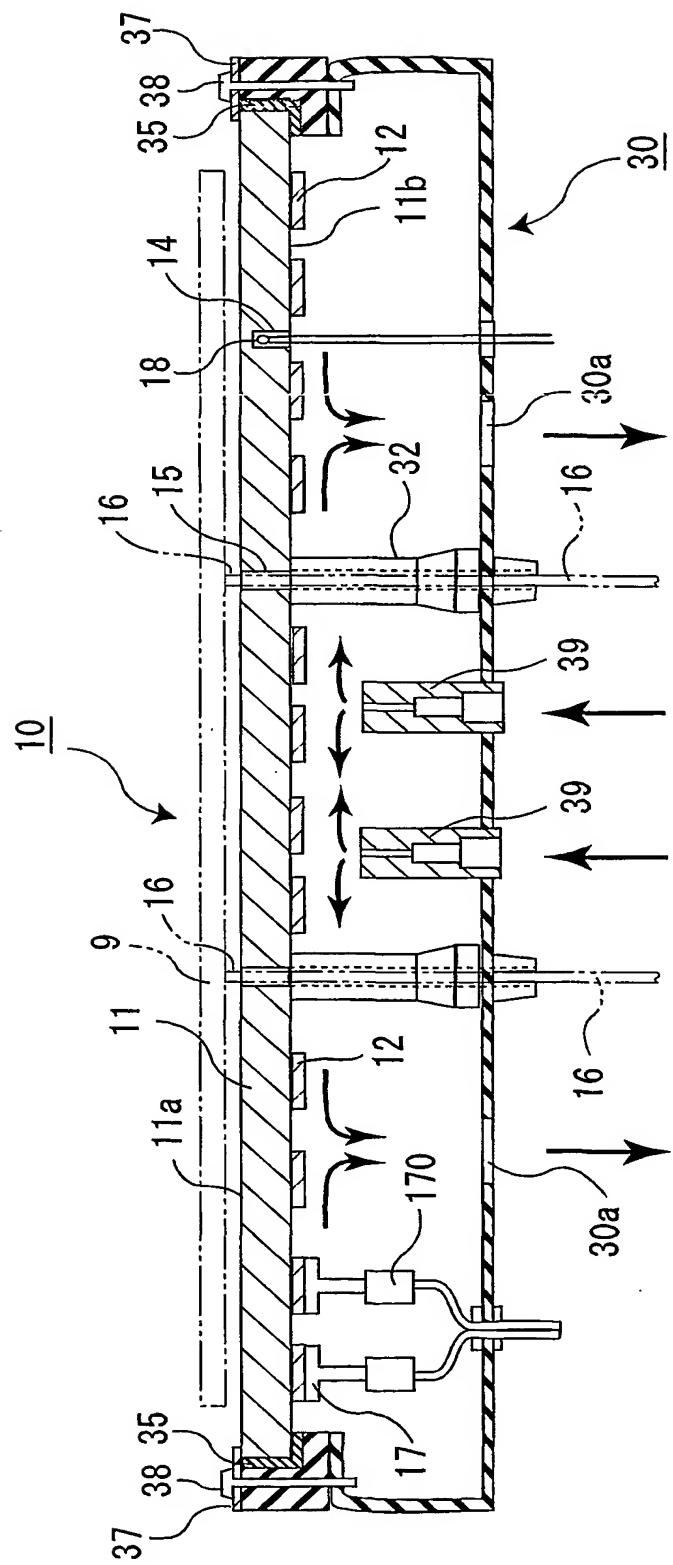
図2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/7

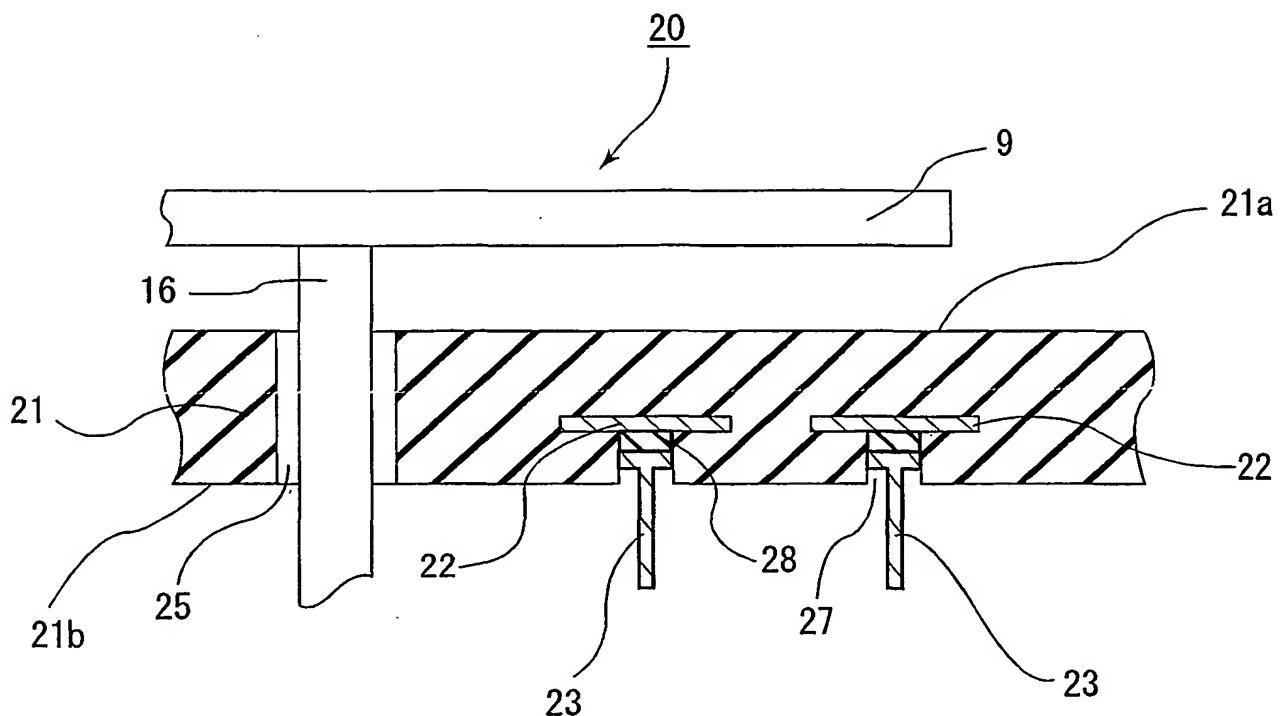
図3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/7

図4

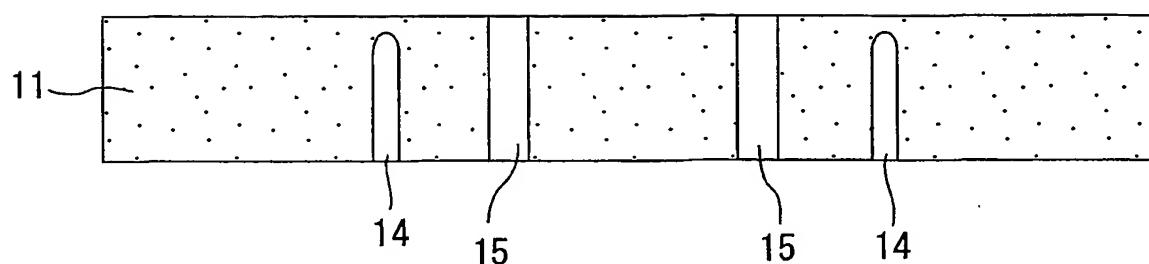


THIS PAGE BLANK (USPTO)

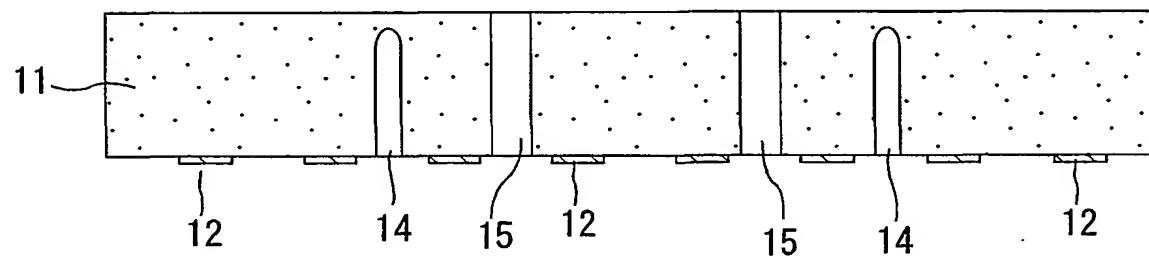
4/7

図5

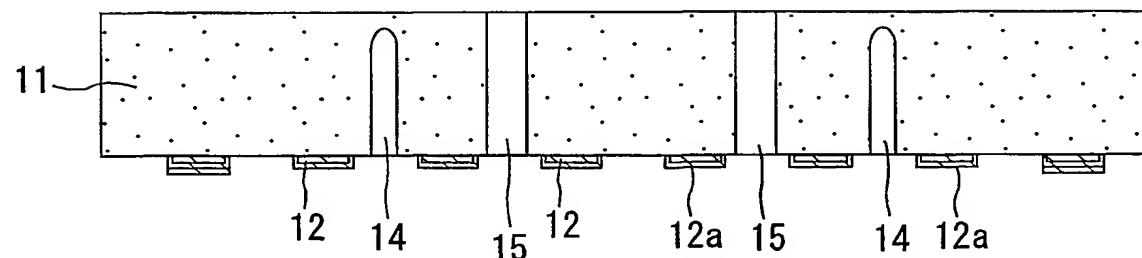
(a)



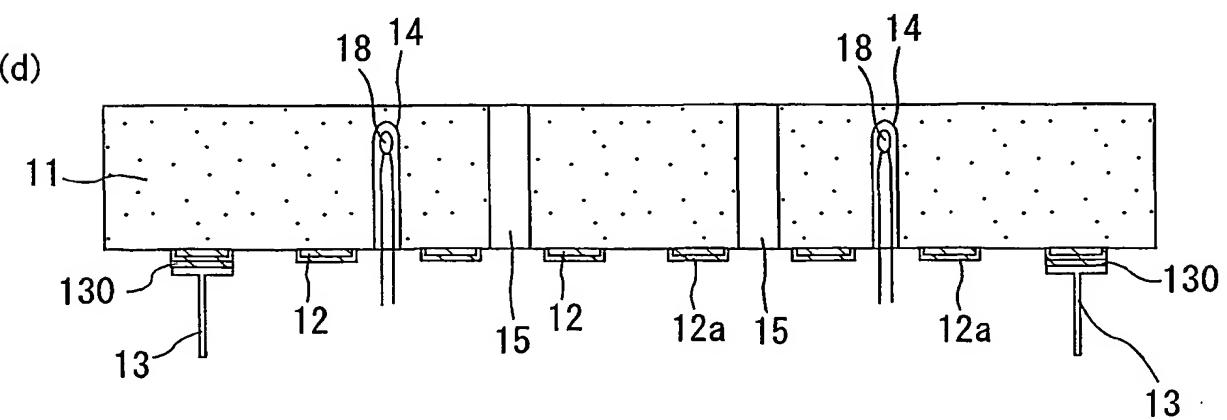
(b)



(c)



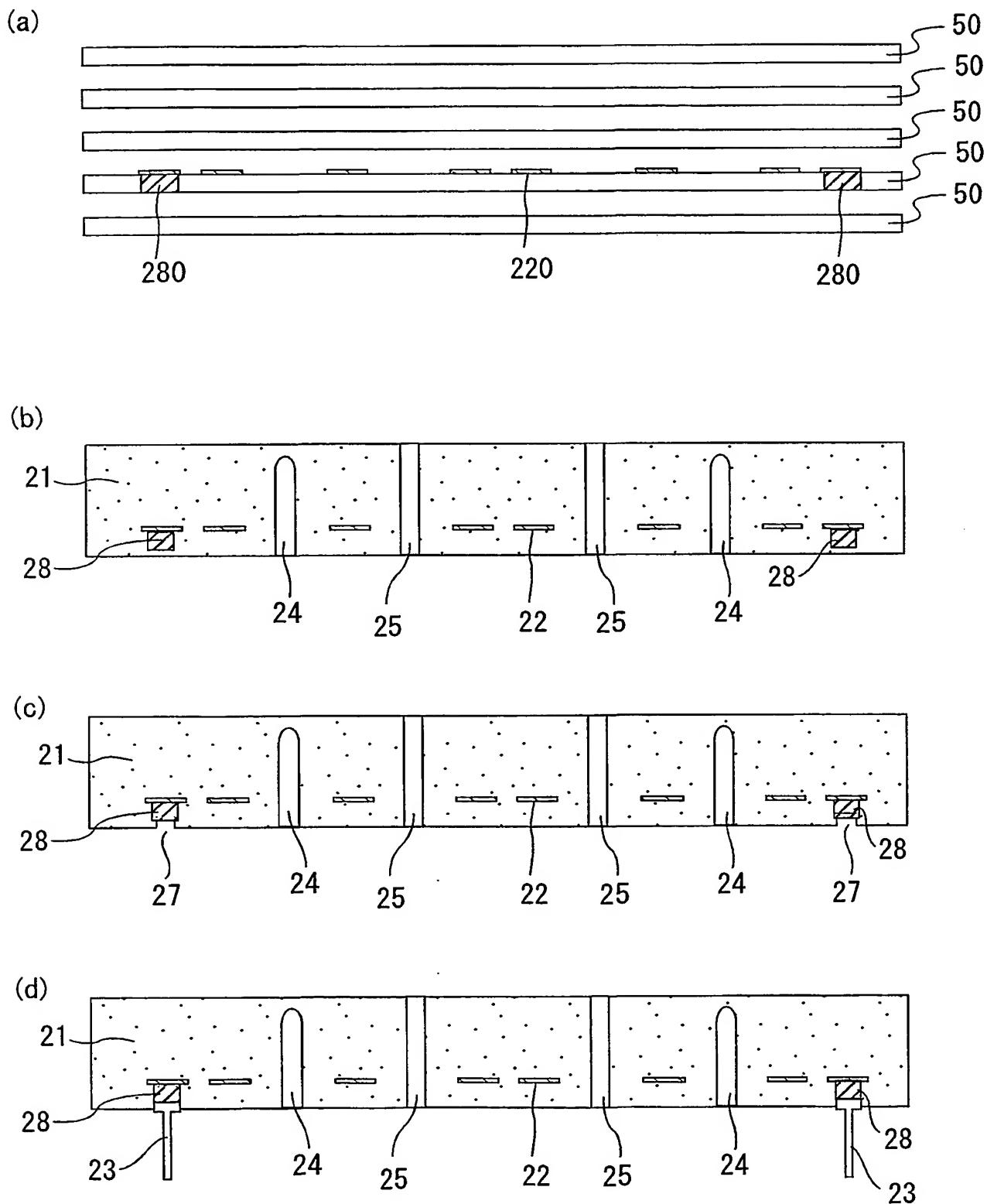
(d)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/7

図6

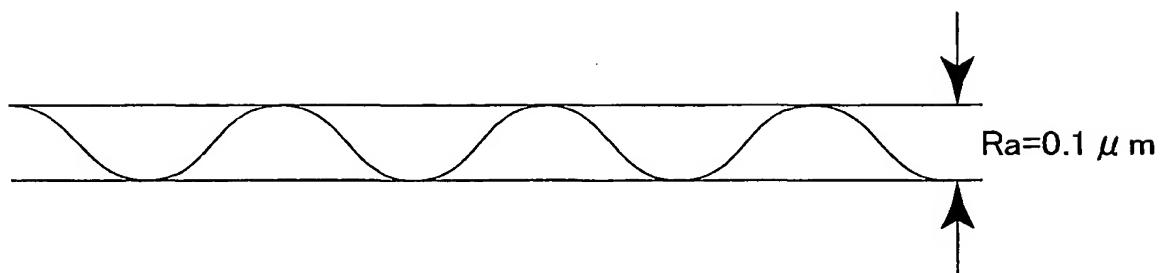


THIS PAGE BLANK (USPTO)

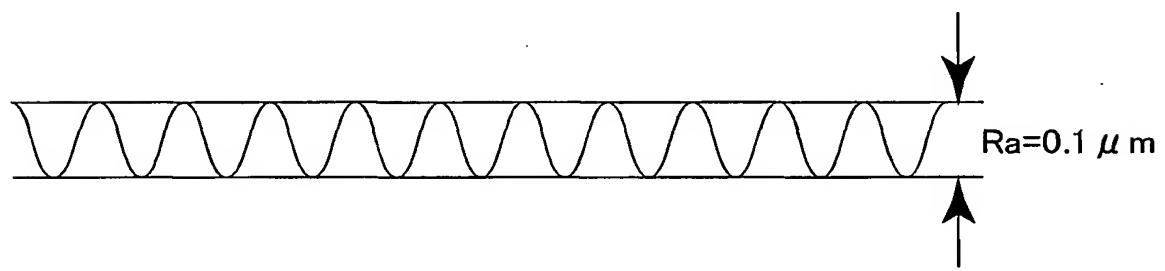
6/7

図7

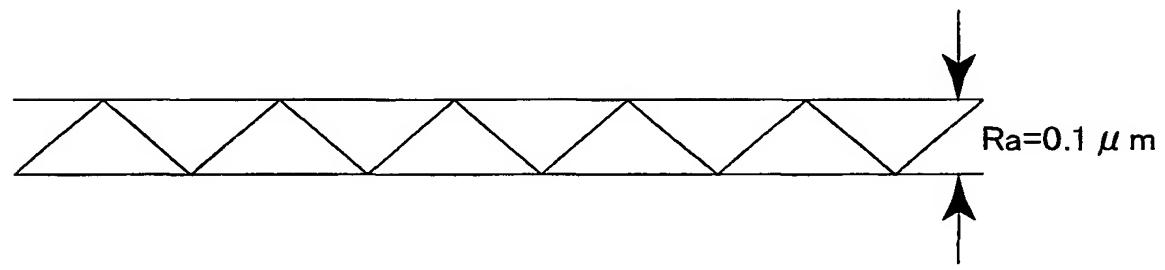
(a)



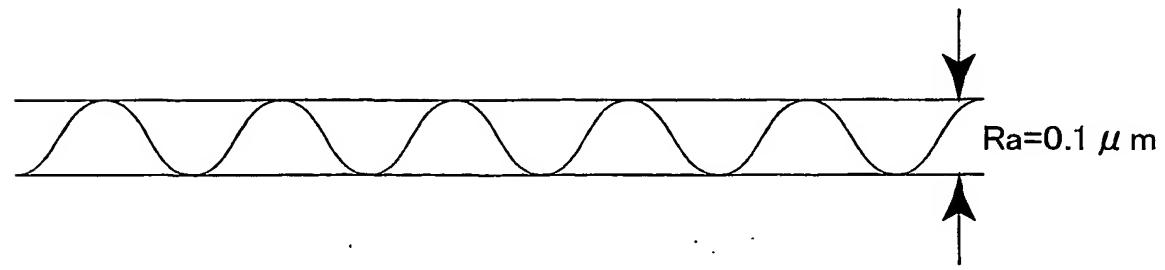
(b)



(c)



(d)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/7

図8



15kV × 5000

1 μm

図9



15kV × 5000

1 μm

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05791

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6080970 A (Kyocera Corporation), 27 June, 2000 (27.06.00), Full text; Figs. 1 to 10 & JP 11-191535 A	1-4
A	JP 10-189695 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd., Tokuyama Toshiba Ceramics K.K.), 21 July, 1998 (21.07.98), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-4
A	US 5665260 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., Tokyo Electron Limited), 09 September, 1997 (09.09.97), Full text; Fig. 1 & JP 7-307377 A	1-4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* "A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
14 September, 2001 (14.09.01)Date of mailing of the international search report
25 September, 2001 (25.09.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 6080970 A (Kyocera Corporation) 27. 6月. 2000 (27. 06. 00) 全文, 図1-10 & JP 11-191535 A	1-4
A	JP 10-189695 A (東芝セラミックス株式会社, 徳山東芝セラミックス株式会社) 21. 7月. 1998 (21. 07. 98) 全文, 図1-2 (ファミリーなし)	1-4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.09.01

国際調査報告の発送日

25.09.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

小野田 誠

4M 8427



電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	U S 5 6 6 5 2 6 0 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. Tokyo Electoron Limited.) 9. 9月. 1997 (09. 09. 97) 全文, 図1 & J P 7-307377 A	1-4

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YASUTOMI, Yasuo
 Chuo BLDG.
 4-20, Nishinakajima 5-chome,
 Yodogawa-ku
 Osaka-shi, Osaka 532-0011
 JAPON

RECEIVED

OCT. 29.2001

YASUTOMI
& Associates

Date of mailing (day/month/year) 19 October 2001 (19.10.01)	IMPORTANT NOTIFICATION		
Applicant's or agent's file reference IB644WO	International filing date (day/month/year) 04 July 2001 (04.07.01)		
International application No. PCT/JP01/05791	Priority date (day/month/year) 04 July 2000 (04.07.00)		
International publication date (day/month/year) Not yet published			
Applicant IBIDEN CO., LTD. et al			

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
04 July 2000 (04.07.00)	2000-202510	JP	21 Sept 2001 (21.09.01)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer David MALEK Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	--

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05791

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6080970 A (Kyocera Corporation), 27 June, 2000 (27.06.00), Full text; Figs. 1 to 10 & JP 11-191535 A	1-4
A	JP 10-189695 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd., Tokuyama Toshiba Ceramics K.K.), 21 July, 1998 (21.07.98), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-4
A	US 5665260 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., Tokyo Electron Limited), 09 September, 1997 (09.09.97), Full text; Fig. 1 & JP 7-307377 A	1-4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
14 September, 2001 (14.09.01)Date of mailing of the international search report
25 September, 2001 (25.09.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK

特許協力条約

P C T

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 I B 6 4 4 WO	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO1/05791	国際出願日 (日.月.年) 04.07.01	優先日 (日.月.年) 04.07.00
出願人(氏名又は名称) イビデン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
 この国際出願に含まれる書面による配列表

この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. 発明の單一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は 出願人が提出したものと承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は

出願人が提出したものと承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1ヶ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 9 図とする。 出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C17 H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C17 H01L21/02, H01L21/68, H05B3/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 6080970 A (Kyocera Corporation) 27. 6月. 2000 (27. 06. 00) 全文, 図1-10 & JP 11-191535 A	1-4
A	JP 10-189695 A (東芝セラミックス株式会社, 徳山東芝セラミックス株式会社) 21. 7月. 1998 (21. 07. 98) 全文, 図1-2 (ファミリーなし)	1-4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 09. 01

国際調査報告の発送日

25.09.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

小野田 誠

4M 8427

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C(続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5665260 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. Tokyo Electoron Limited.) 9. 9月. 1997 (09. 09. 97) 全文, 図1 & JP 7-307377 A	1-4

THIS PAGE BLANK (USPTO)